

**THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

**Interim patent application of**

Takashi Nishimura

**Serial No.:** 10/646,764

**Group Art Unit:** 2828

**Filed:** August 25, 2003

**Examiner:** Unassigned

**For: BEAM SPLITTER AND LASER MARKING APPARATUS**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of Japanese Application Number 2002-245124 filed on August 26, 2002, upon which application the claim for priority is based.

Respectfully submitted,

Andrew M. Calderon  
Reg. No. 38,093

McGuireWoods LLP  
1750 Tysons Boulevard, Suite 1800  
McLean, VA 22102  
(703)712-5000



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年   8 月 2 6 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 2 4 5 1 2 4  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 2 - 2 4 5 1 2 4 ]

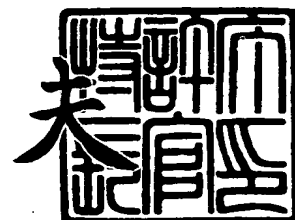
出      願      人            日 立 工 機 株 式 会 社  
Applicant(s):



2 0 0 3 年   7 月 1 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 2002151

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01C 15/00

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県ひたちなか市武田 1 0 6 0 番地 日立工機株式会社  
社内

【氏名】 西村 孝司

【特許出願人】

【識別番号】 000005094

【氏名又は名称】 日立工機株式会社

【代表者】 武田 康嗣

【代理人】

【識別番号】 100072394

【弁理士】

【氏名又は名称】 井沢 博

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 164058

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0201528

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ビームスプリッター及びそれを搭載したレーザ墨出し装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガラス又はプラスチック等の光を透過する部材からなり、互いに平行な平面を有する光透過体と、該平面の一方に設けられ、入射光を反射光と透過光に分離する第 1 の光分離面と、該平面の他方に設けられ、上記透過光をさらに反射光と透過光に分離する第 2 の光分離面とを備え、1 本の入射光から複数本の分離光を得ることを特徴とするビームスプリッター。

【請求項 2】

請求項 1 において、上記第 1 の光分離面に対して  $45^\circ$  の入射角で光を入射させ、第 1 の分離面の入射時の屈折角を  $\theta$ 、第 1 及び第 2 の分離面の間隔を  $d$  としたとき、上記第 1 及び第 2 の光分離面における光の入射点の間隔を少なくとも  $d(1 + \tan^2 \theta)^{1/2} \cdot \sin \theta$  以上にして上記両分離面を配置したことを特徴とするビームスプリッター。

【請求項 3】

ガラス又はプラスチック等の光を透過する部材からなり、互いに平行な第 1 組の平面と、互いに平行な第 2 組の平面を有する光透過体であって、上記第 1 組の平面と上記第 2 組の平面が互いに直交するように配置されている光透過体と、上記第 1 組の平面の一方に設けられ、入射光を反射光と透過光に分離する第 1 の光分離面と、上記第 1 組の平面の他方に設けられ、上記透過光をさらに反射光と透過光に分離する第 2 の光分離面とを備え、1 本の入射光から複数本の分離光を得ることを特徴とするビームスプリッター。

【請求項 4】

ガラス又はプラスチック等の光を透過する部材からなり、互いに平行な第 1 組の平面と、互いに平行な第 2 組の平面と、互いに平行な第 3 組の平面を有する光透過体であって、上記第 1 組の平面に対して上記第 2 組の平面及び上記第 3 組の平面が直交するように配置されている光透過体と、上記第 1 組の平面の一方に設けられ、入射光を反射光と透過光に分離する第 1 の光分離面と、上記第 1 組の平

面の他方に設けられ、上記透過光をさらに反射光と透過光に分離する第2の光分離面とを備え、1本の入射光から複数本の分離光を得ることを特徴とするビームスプリッター。

【請求項5】

請求項3又は4において、第1の光分離面における光入射点と、上記第2組の平行平面のうちの光入射面との間隔を少なくとも  $d \tan \theta$ （但し、第1の分離面の入射時の屈折角を  $\theta$ 、第1及び第2の分離面の間隔を  $d$  とする）以上離して配置したことを特徴とするビームスプリッター。

【請求項6】

請求項3又は4において、第2組の平行な面の間隔を第1組の平行な面の間隔と実質的に等しくしたことを特徴とするビームスプリッター。

【請求項7】

請求項3又は4において、第3組の平行な面の間隔を第1組の平行な面の間隔と実質的に等しくしたことを特徴とするビームスプリッター。

【請求項8】

半導体レーザよりなる光源と、該光源からの光線から複数の光線を発生するビームスプリッターと、該ビームスプリッターから出射した光からライン光を発生させる光学系を有するレーザ墨出し装置であって、上記ビームスプリッターは、ガラス又はプラスチック等の光を透過する部材からなり、互いに平行な平面を有する光透過体と、該平面の一方に設けられ、入射光を反射光と透過光に分離する第1の光分離面と、該平面の他方に設けられ、上記透過光をさらに反射光と透過光に分離する第2の光分離面とを備えたことを特徴とするレーザ墨出し装置。

【請求項9】

半導体レーザよりなる光源と、該光源からの光線から複数の光線を発生するビームスプリッターと、該ビームスプリッターから出射した光からライン光を発生させる光学系を有するレーザ墨出し装置であって、上記ビームスプリッターは、ガラス又はプラスチック等の光を透過する部材からなり、互いに平行な第1組の平面と、互いに平行な第2組の平面を有する光透過体であって、上記第1組の平面と上記第2組の平面が互いに直交するように配置されている光透過体と、上記

第1組の平面の一方に設けられ、入射光を反射光と透過光に分離する第1の光分離面と、上記第1組の平面の他方に設けられ、上記透過光をさらに反射光と透過光に分離する第2の光分離面とを備えたことを特徴とするレーザー墨出し装置。

【請求項10】

半導体レーザーよりなる光源と、該光源からの光線から複数の光線を発生するビームスプリッターと、該ビームスプリッターから出射した光からライン光を発生させる光学系を有するレーザー墨出し装置であって、上記ビームスプリッターは、ガラス又はプラスチック等の光を透過する部材からなり、互いに平行な第1組の平面と、互いに平行な第2組の平面と、互いに平行な第3組の平面を有する光透過体であって、上記第1組の平面に対して上記第2組の平面及び上記第3組の平面が直交するように配置されている光透過体と、上記第1組の平面の一方に設けられ、入射光を反射光と透過光に分離する第1の光分離面と、上記第1組の平面の他方に設けられ、上記透過光をさらに反射光と透過光に分離する第2の光分離面とを備えたことを特徴とするレーザー墨出し装置。

【請求項11】

請求項8において、上記第1の光分離面に対して $45^\circ$ の入射角で光を入射させ、第1の分離面の入射時の屈折角を $\theta$ 、第1及び第2の分離面の間隔を $d$ としたとき、上記第1及び第2の光分離面における光の入射点の間隔を少なくとも $d(1+\tan^2\theta)^{1/2} \cdot \sin\theta$ 以上にして上記両分離面を配置したことを特徴とするレーザー墨出し装置。

【請求項12】

請求項9又は10において、第1の光分離面における光入射点と、上記第2組の平行平面のうちの光入射面との間隔を少なくとも $d \tan\theta$ （但し、第1の分離面の入射時の屈折角を $\theta$ 、第1及び第2の分離面の間隔を $d$ とする）以上離して配置したことを特徴とするレーザー墨出し装置。

【請求項13】

請求項9又は10において、第2組の平行な面の間隔並びに第3組の平行な面の間隔を第1組の平行な面の間隔と実質的に等しくしたことを特徴とするレーザー墨出し装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、主として1本のレーザ光を複数本のレーザ光に分割するためのビームスプリッター及びそのビームスプリッターを使用したレーザ墨出し装置に関するものである。

**【0002】****【従来の技術】**

家屋建築の際、特に工事の開始時には各種部材の取り付け基準位置の設定や部材加工の位置決め等に水準線を出す作業、すなわち墨出し作業が必須である。そこで建築現場では、レベル測量儀等の器具を用いてレベル出しを行い、対象となる構造物の壁に複数のマーク(墨)をつけ、それらをつないで墨出しラインを形成し工事基準としていた。

**【0003】**

しかし、この作業は最低でも2人で行う必要があり、非常に手間が掛かり、効率が悪いという問題があった。この問題を改善するために、最近ではライン光照射機能を有するレーザ墨出し装置を用いて効率良く墨出し作業を行うことが多くなった。レーザ墨出し装置は1人で墨出し作業を容易に行うことができるため、建築作業には欠かせない建築作業必須ツールとなりつつある。

**【0004】**

墨出しラインには床から壁、天井にかけて垂直線を描くいわゆる『たちライン』や2本の『たちライン』を同時に照射させることで天井に直角ラインを描く『大矩ライン(おおがねライン)』あるいは壁に水平線を描く『ろくライン』あるいはレーザ墨出し装置の直下の床上に集光したレーザビームを照射する『地墨』等いろいろなラインが存在する。

**【0005】**

レーザ墨出し装置を用いた墨出し作業の効率化を図るには、1台のレーザ墨出し装置で複数の墨出しラインが照射できることが望まれる。そこで最近では1台の装置で2ライン以上のライン照射が可能な装置が提案されている。

## 【0006】

1台のレーザ墨出し装置から複数ラインを照射するためには、複数個のレーザ光源を搭載する方式か、1個のレーザ光源から出射されたレーザ光を分割することにより複数ラインを得る方式が考えられる。

## 【0007】

## 【発明が解決しようとする課題】

複数個のレーザ光源を用いる方式の場合は当然、搭載するレーザ光源数の増加に伴い装置のコストも高くなるという問題がある。一方、1本のレーザ光を分割することにより複数のライン光を得る方式としては、例えば特開平9-159451号に開示されるように、レーザ出射方向に複数のハーフミラーを直列に積層した構造の出射光学系を用いる方式が知られている。

## 【0008】

しかし、この方式の場合、第一番目のハーフミラーを透過した光はその強度が1/2に減少し、引続き第二番目のハーフミラーを透過した光はさらに1/2に強度が減少する。このようにハーフミラーを透過する毎に光強度が逐次減少する。そのため、上述の光学系を用いることにより複数ビームを得ることは可能となるが分割された光によっては強度が大いに異なるため、得られる複数のライン光の輝度がそれぞれ異なってしまうという問題がある。また、ビームを分割するために複数のハーフミラーを並べて構成する必要があるため、光学系が複雑かつ光学素子の部品点数が増えてしまう。

## 【0009】

このような事情があるため、従来、実用化されているほとんどのレーザ墨出し装置は、ライン光の数だけレーザ光源を備えた構造のものが多くなっている。しかしこの場合は上記の通り、光源数の増加に伴い、装置価格が上昇するため、墨出し作業においてより効率の高い作業を行うためには、高価な装置が必要となるという問題をかかえていた。

## 【0010】

本発明の目的は、このような従来の課題を解決した簡易なレーザビームスプリッタ及びそれを用いたレーザ墨出し装置を提供することにある。



具体的には、本発明の課題は1本のレーザ光から同一強度の複数のビームを形成することができる簡易なビームスプリッターならびにそのビームスプリッターを搭載した低価格の複数ライン光を照射できるレーザ墨出し装置を提供することである。

#### 【0011】

##### 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明にかかるビームスプリッターは、ガラス又はプラスチック等の光を透過する部材からなり、互いに平行な平面を有する光透過体と、該平面の一方に設けられ、入射光を反射光と透過光に分離する第1の光分離面と、該平面の他方に設けられ、上記透過光をさらに反射光と透過光に分離する第2の光分離面とを備え、1本の入射光から複数本の分離光を得るように構成したことに一つの特徴がある。このように構成すると極めて簡易に複数の光ビームを形成することができる。

#### 【0012】

本発明の他の特徴は、上記第1の光分離面に対して $45^\circ$ の入射角で光を入射させ、第1の分離面の入射時の屈折角を $\theta$ 、第1及び第2の分離面の間隔を $d$ としたとき、上記第1及び第2の光分離面における光の入射点の間隔を少なくとも $d(1+\tan^2\theta)^{1/2} \cdot \sin\theta$ 以上にして上記両分離面を配置したことにある。このように構成すれば二つの分離面により複数の分離光を得ることが可能となる。

#### 【0013】

本発明の他の特徴は、上記光透過体を2組の平行平面を有するL字型に構成し、第1組の平行平面の一方に、入射光を反射光と透過光に分離する第1の光分離面を形成し、第1組の平行平面の他方には、上記透過光をさらに反射光と透過光に分離する第2の光分離面とを形成し、この第2の分離面を透過した光線を第2組の平行平面に入射するように構成したことにある。このようにビームスプリッターを構成することにより、入射光と同一線上に出射光線が発生することが可能になる。

#### 【0014】

本発明の他の特徴は、上記の光透過体を3組の平行平面を有するコ字型に構成

し、第1組の平行平面の一方に入射光を反射光と透過光に分離する第1の光分離面を形成し、第1組の平行平面の他方には、上記透過光をさらに反射光と透過光に分離する第2の光分離面とを形成し、この第2の分離面を透過した光線を第2組の平行平面に入射するように構成すると共に、第1の分離面で反射した光の反射光を第3組の平行平面に入射させるように構成したことにある。このようにビームスプリッターを構成することにより、入射光線と同一線上の出射光線と、これと直角な方向の光線とを発生することが可能になる。

#### 【0015】

本発明の他の特徴は、上記のようなビームスプリッターにより半導体レーザ光源の光を複数の光線に分離し、更にその後段にライン光を発生する光学系を配置することによりレーザ墨出し装置を構成したことにある。このように構成することにより、複数ライン光照射用レーザ墨出し装置を低価格で得ることが可能になる。

本発明の他の特徴及び効果は以下の実施形態の説明から更に明確に理解される。

#### 【0016】

##### 【発明の実施の形態】

##### （実施形態1）

本発明ビームスプリッター1の一実施例を図1に示す。ビームスプリッター1は、光を透過することができるガラス又はプラスチックからなる。本実施形態ではガラス材であるBK7（屈折率1.5）を用いた。ビームスプリッター1は、直方体形状を有している。光学平面2の一部には入射光を透過光と反射光に分離するための第一光分離面3が形成されている。この第一光分離面3と対向する光学平面4の一部には第二光分離面5が形成されている。第一光分離面3と第二光分離面5の間隔は10mm、ビームスプリッター1の幅は20mm、高さが10mmである。

#### 【0017】

図2にビームスプリッター1の平面図を示す。入射光B1は第一光分離面3で一部が反射し反射光R1となる。残りの光は透過光T1となりビームスプリッター1の内部を通過する。第二光分離面5で透過光T1の一部は反射し、反射光R2となる。ビームスプリッター1内部を通過した光R2は光学平面2から出射し、光線R3と

なる。T1のうち残りの光は第二光分離面5を透過し光線T2となる。

### 【0018】

次に入射光が3本の光に分割される原理について説明する。図3に示すようにコリメートされたレーザー光B1は、光学平面2の法線に対して45°の角度で入射する。入射光B1の一部は第一光分離面3で法線に対して45°で反射し反射光R1となる。残りの光T1は法線に対して $\theta$ の角度でビームスプリッター1内部に入射する。

### 【0019】

この時、空気の屈折率を1、ビームスプリッター1の屈折率を $n$ とすると、スネルの法則に従い、

$$1\sin 45 = n\sin \theta \quad (1)$$

となる。第二光分離面5でT1の一部は法線に対して角度 $\theta$ で反射し、反射光R2となりビームスプリッター1内部を通過した後、光学平面2から出射する。(光線R3)

この時、スネルの法則により光線R3は出射面である光学平面2の法線と45°の角度をなす。T1のうち残りの光は第二光分離面5を透過し光線T2となる。スネルの法則から光線T2が第二光分離面5の法線となす角度は45°となるため、T2は入射光B1と平行になる。次に第一光分離面3における入射光B1の入射点を原点、入射点における法線を $y$ 軸、 $y$ 軸と直交する軸を $x$ 軸とすると、光線T1の直線の式は

$$y = \cot \theta \cdot x \quad (2)$$

となる。ここで第一光分離面3と第二光分離面5の間隔を $d$ とすると、第二光分離面5を含む直線の式は

$$y = -d \quad (3)$$

となる。光線T1と第二光分離面5との交点Aの座標は式(2)及び(3)から $A(-d \tan \theta, -d)$ となる。

### 【0020】

線分OAの長さ $b$ は

$$b = ((-d \tan \theta)^2 + (-d)^2)^{1/2}$$

$$= d (1 + \tan^2 \theta)^{1/2} \quad (4)$$

となる。したがって入射光線B1と光線T2のずれ量 $\delta$ は

$$\begin{aligned} \delta &= b \sin (45^\circ - \theta) \\ &= d (1 + \tan^2 \theta)^{1/2} \cdot \sin (45^\circ - \theta) \end{aligned} \quad (5)$$

で表される。

#### 【0021】

次に光学平面2における光線R3の出射点をC、線分OCの長さをLとすると、

$$\begin{aligned} L &= b \sin \theta \cdot 2 \\ &= 2d (1 + \tan^2 \theta)^{1/2} \cdot \sin \theta \end{aligned} \quad (6)$$

となる。したがって光線R1とR3の間隔 $w$ は

$$w = L \cos 45^\circ = 2d (1 + \tan^2 \theta)^{1/2} \cdot \sin \theta \cos 45^\circ \quad (7)$$

となる。例えばビームスプリッター材の屈折率を1.5、光学分離面の二面間距離を10mmとすると(1)式より $l \sin 45^\circ = 1.5 \sin \theta$  したがって $\theta = 28^\circ$  が得られる。

次に光線B1と光線T2のずれ量 $\delta$ は $\theta = 28^\circ$  を(5)式に代入して

$$\delta = 10 (1 + \tan^2 28^\circ)^{1/2} \cdot \sin (45^\circ - 28^\circ) = 3.3 \text{ mm が得られる。}$$

#### 【0022】

同様に光線R1とR3の間隔 $w$ は、

$$w = 2 \cdot 10 (1 + \tan^2 28^\circ)^{1/2} \cdot \sin 28^\circ \cos 45^\circ = 7.5 \text{ mm となる。}$$

従って実施形態1のビームスプリッターによれば、入射光B1に平行な光線T2と、入射光B1と直角な光線R1およびR2の3本の光線を簡便に形成することが可能である。

#### 【0023】

(実施形態2)

次に入射光線B1と光線T2のずれ量 $\delta$ が0となるビームスプリッター102を図4及び図5を用いて説明する。図4に示すようにビームスプリッター102は2個の直方体をL字型に組合せた構成をしている。またビームスプリッター102は、光を透過することができるガラス又はプラスチックからなる。本実施形態ではガラス材であるBK7（屈折率1.5）を用いた。光学平面2の一部には入射光を透過光と反射光に分離するための第一光分離面3が形成されている。この第一光分離面3と対向する

光学平面4の一部には第二光分離面5が形成されている。

#### 【0024】

図5に示すように、光線T2は光学平面6から入射し、ビームスプリッター内部を通過し、光学平面7から出射する。ビームスプリッター内部を通る光線をT3、光学平面7から出射する光線をT4で示す。第一光分離面3と第二光分離面5の間隔は10mm、ビームスプリッターのサイズは30mm×25mm、高さが10mmである。光学平面6及び7は互いに平行で、且つ光学平面3及び5と直交するように配置されている。さらに光学平面6と7の間隔は10mmである。

#### 【0025】

図6を用いて入射光線B1と光線T2のずれ量 $\delta$ が0となる理由を説明する。光線T2は光学分離面5の法線と $45^\circ$ の角度をなし、かつ点A( $-d \tan \theta$ 、 $-d$ )を通過するので光線T2の直線の式は

$$y = x + d (\tan \theta - 1) \quad (8)$$

となる。

#### 【0026】

次に光学平面6を含む直線の式を

$$x = -c \quad (9)$$

とする。光学平面6と光学平面7の間隔は $d$ であるため、光学平面7を含む直線の式は

$$x = -(c+d) \quad (10)$$

となる。したがって光線T2と光学平面6との交点Eの座標は(8)式及び(9)式からE( $-c$ 、 $d(\tan \theta - 1) - c$ )となる。また光線T3は光学平面6の法線と角度 $\theta$ をなすため光線T3を含む直線の式の傾きは $\tan \theta$ となる。同時にこの直線は点E( $-c$ 、 $d(\tan \theta - 1) - c$ )を通過するため、直線の式は

$$y = \tan \theta \cdot x + (c+d)(\tan \theta - 1) \quad (11)$$

となる。光線T3を含む直線と光学平面7の交点Fの座標は(10)式及び(11)式からF( $-(c+d)$ 、 $-(c+d)$ )となる。

#### 【0027】

ここで入射光B1を含む直線の式は

$$y = x \quad (12)$$

である。入射光B1と光学平面7の交点F'の座標を(10)式及び(12)式から求めるとF'  $(-(c+d), -(c+d))$  となる。すなわちFとF'は一致する。また、F点は光線T4の出射点でもあることから、入射光B1と出射光T4は同一直線上にあることが分かる。入射光B1と出射光T4は同一直線上に置くためには光学平面6及び7の間隔を光学平面2及び4の間隔に一致させること、光学平面6及び7と光学平面2及び4を互いに直交するように配置すること、さらにはy軸から光学平面6までの距離をy軸からA点までの距離よりも大きく取る必要がある。すなわち

$$d \tan \theta < c \quad (13)$$

とする必要がある。

このように入射光と同一の線に出射光線を形成することができれば、レーザ墨出し装置で水平ラインや垂直ラインを描くのに便利である。

#### 【0028】

##### (実施形態3)

次に、光線R1の反射光の一部がR1と同一光路上を戻り、ビームスプリッターに再入射可能なビームスプリッター103の実施形態を図7、図8を用いて説明する。この実施形態におけるビームスプリッター103は、図7に示すように2個の直方体をL字型に組合せた構成をしている。またビームスプリッター103は、光を透過することができるガラス又はプラスチックからなる。本実施形態ではガラス材であるBK7（屈折率1.5）を用いた。光学平面2の一部には入射光を透過光と反射光に分離するための第一光分離面3が形成されている。この第一光分離面3と対向する光学平面4の一部には第二光分離面5が形成されている。

#### 【0029】

光線R1の反射光である光線R4は、光線R1と同一光路上にあり、第一光分離面3から入射し法線と角度 $28^\circ$ をなしてビームスプリッター内部を通過し（光線T5）、光学平面4から一旦 $45^\circ$ の角度で光線T6として出射する。その後、再び光学平面8に入射しビームスプリッター内部を通過（光線T7）後、光学平面9から $45^\circ$ の角度で光線T8として出射する。

#### 【0030】

光学平面8及び9は互いに平行かつ光学平面3及び5と直交するように配置されている。さらに光学平面8と9の間隔は光学平面3と5の間隔に一致させており10mmとした。ビームスプリッターのサイズは30mm×25mm、高さが10mmである。この実施形態では、光線R4と直角な方向の2本の光線R1, T8を形成することができるので、たとえばレーザ墨出し装置に用いた場合には、垂直ライン或いは水平ラインを描くのに便利である。

#### 【0031】

##### (実施形態4)

次に入射光B1と出射光T4が同一直線上にあり、さらに反射光R4と出射光T8が同一直線上になるように工夫したビームスプリッターの実施形態を図9及び10を用いて説明する。

#### 【0032】

図9に示すようにビームスプリッター104は3個の直方体をコ字型に組合せた構成をしている。またビームスプリッター104は、光を透過することができるガラス又はプラスチックからなる。本実施形態ではガラス材であるBK7（屈折率1.5）を用いた。

#### 【0033】

図10に示すように、光線T2は光学平面6から入射し、ビームスプリッター内部を通過し（光線T3）、光学平面7から光線T4として出射する。光学平面6及び7は互いに平行かつ光学平面3及び5と直交するように配置されている。さらに光学平面6と7の間隔は光学平面3と5の間隔に一致させており10mmとした。また、光線R1の反射光であるR4は第一光分離面3から入射し、法線と角度 $28^{\circ}$ をなしてビームスプリッター内部を通過し、（光線T5）光学平面4から一旦 $45^{\circ}$ の角度で出射して光線T6となる。その後、再び光学平面8に入射しビームスプリッター内部を光線T7として通過し、光学平面9から $45^{\circ}$ の角度で出射して光線T8となる。

光学平面8及び9は互いに平行かつ光学平面3及び5と直交するように配置されている。さらに光学平面8と9の間隔は光学平面3と5の間隔に一致させており10mmとした。

## 【0034】

## (実施形態5)

本発明のビームスプリッター1をレーザ墨出し装置に実装した形態について説明する。図11に示すようにレーザ墨出し装置10は基本的にはライン光を発生させる光学系14と光学系を水平に保つための支持機構部15から構成されている。図12にライン光発生光学系14の概略を示す。

レーザ墨出し装置本体に対して水平方向に配置した半導体レーザ16から出射されたレーザビームはコリメータレンズ17によりビーム断面形状が円形であるコリメート光（平行光）B1に変換される。本実施形態ではコリメート光B1のビーム径は2mmになるように設定している。また、ビームスプリッター1はその光学平面2の法線がレーザ16の光軸と45°の角度をなすように配置している。第一光分離面3と第二光分離面5の間隔は10mm、ビームスプリッターの幅は20mm、高さが10mmである。

第一光分離面3では入射光のうち33%が反射し、67%が透過するような特性となっている。したがって入射光B1は第一光分離面3で33%が反射し、光線R1となる。残り67%の光は透過光T1となりビームスプリッター1内部を通過する。第二光分離面5は50%が反射し、50%が透過する特性を有しているため、第二光分離面5ではT1の33.5%は反射し反射光R2となりビームスプリッター1内部を通過した後、光学平面2から出射する（光線R3）。T1のうち残り33.5%の光は第二光分離面5を透過し光線T2となる。光線R1と光線R3は各出射面の法線に対して45°の角度で出射する。したがって光線の出射方向はレーザ墨出し装置に対して垂直方向となる。光線R1とR3の間隔wは(7)式から

$w = 2 \cdot 10 \left( 1 + \tan^2 28^\circ \right)^{1/2} \cdot \sin 28^\circ \cos 45^\circ = 7.5 \text{ mm}$ となる。

## 【0035】

また光線B1と光線T2のずれ量 $\delta$ は $\theta = 28^\circ$ を(5)式に代入して $\delta = 10 \left( 1 + \tan^2 28^\circ \right)^{1/2} \cdot \sin (45^\circ - 28^\circ) = 3.3 \text{ mm}$ が得られる。したがって、垂直方向に出射した2光線R1及びR3の光路上にロッドレンズを配置することでライン光を得ることができる。光線R1の光路上に配置したロッドレンズ21はレンズの長手方向が半導体レーザ16の出射方向と平行になるように配置して



いる。また、光線R3の光路上に配置したロッドレンズ22はロッドレンズ21と直交する方向に配置している。したがって各ロッドレンズから出射されるライン光はクロスラインとなる。

#### 【0036】

次に光線T2の光路上にロッドレンズ23を配置する。ロッドレンズ23は長手方向が垂直方向に向くように配置しているため、ロッドレンズ23から発生するライン光は水平ラインとなる。ここで光線B1と光線T2のずれ量 $\delta$ が3.3mmであることから、光線T2は半導体レーザー16の出射位置からは3.3mm低い位置から出射することになる。ビームスプリッター1の代わりに実施形態2で示したビームスプリッター102を搭載することにより光線B1と光線T2のずれ量 $\delta$ を0とすることができ、半導体レーザー16のビーム出射高さとライン光出射高さを一致させることが可能となる。

#### 【0037】

また、光線R1のうちロッドレンズ21の入射面に対して垂直に入射する光の一部は反射光R4となり、光線R1と同一光路上に戻る。そこでビームスプリッター1の代わりに実施形態3で示したビームスプリッター103を搭載することにより光線R4と光線T8は同一直線上に位置するようになる。すなわちロッドレンズ21及び22で形成されたクロスライン光の交点と光線T8が同軸上に配置されることになる。そこで光線T8をそのままレーザー墨出し装置の垂直下方向に出射すれば、いわゆる地墨ポイント光を得ることが可能となる。

#### 【0038】

同様にしてビームスプリッター1の代わりに実施形態4で示したビームスプリッター104を搭載することにより、半導体レーザー16のビーム出射高さとライン光出射高さを一致させ、かつ地墨ポイント光を出射可能なレーザー墨出し装置を得ることが容易に可能となる。また、ミラー等の光学素子を用いることにより光線R1あるいはR3の出射方向を変えてもよい。

#### 【0039】

#### 【発明の効果】

上述のように本発明によるビームスプリッターを用いれば、簡易な方法で、1

本のレーザービームを複数のレーザービームに分離することが可能となる。また、本発明によるビームスプリッターをレーザー墨出し装置の光学系に搭載することで1個の光源から複数本のレーザービームを容易に得ることができるため、低コストで複数本の墨出し用レーザーライン光を発生させることが可能となった。その結果、従来は非常に高価であった複数ライン光照射用レーザー墨出し装置を低価格で得ることが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のビームスプリッターの一実施例を示す概略図。

【図2】本発明のビームスプリッターの一実施例を示す平面図。

【図3】本発明のビームスプリッターの説明図。

【図4】本発明のビームスプリッターの他の実施例を示す概略図。

【図5】本発明のビームスプリッターの他の実施例を示す平面図。

【図6】本発明のビームスプリッターの説明図。

【図7】本発明のビームスプリッターの他の実施例を示す概略図。

【図8】本発明のビームスプリッターの他の実施例を示す平面図。

【図9】本発明のビームスプリッターの他の実施例を示す概略図。

【図10】本発明のビームスプリッターの他の実施例を示す平面図。

【図11】本発明のビームスプリッターを搭載したレーザー墨出し装置の概略図。

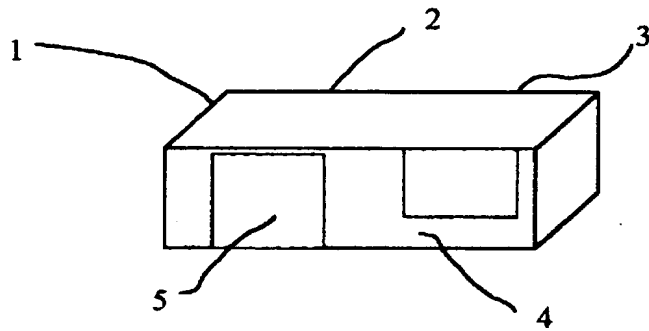
【図12】本発明のレーザー墨出し装置におけるライン光発生光学系の概略図。

【符号の説明】

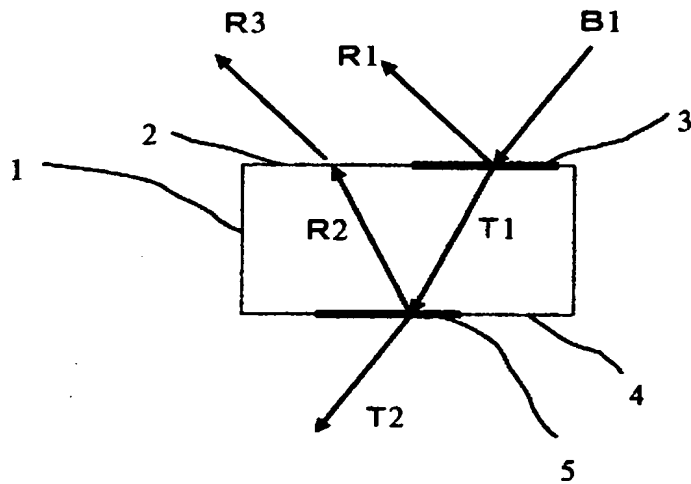
1、102、103、104はビームスプリッター、3は第一光分離面、5は第二光分離面、2、4、6、7、8及び9は光学平面、10はレーザー墨出し装置、14はライン光発生光学系、15は支持系、16は半導体レーザ、21、22及び23はロッドレンズ

【書類名】 図面

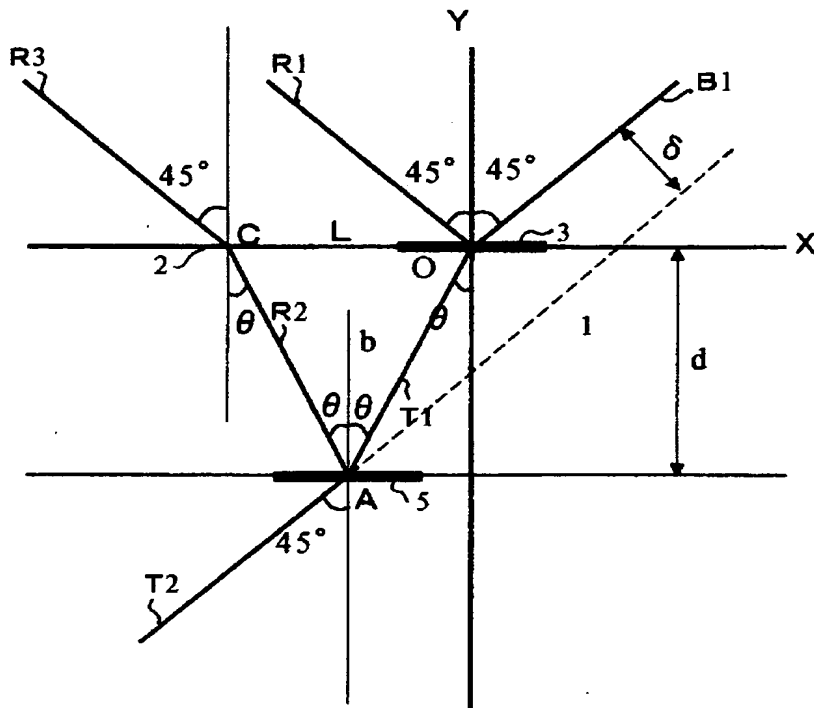
【図1】



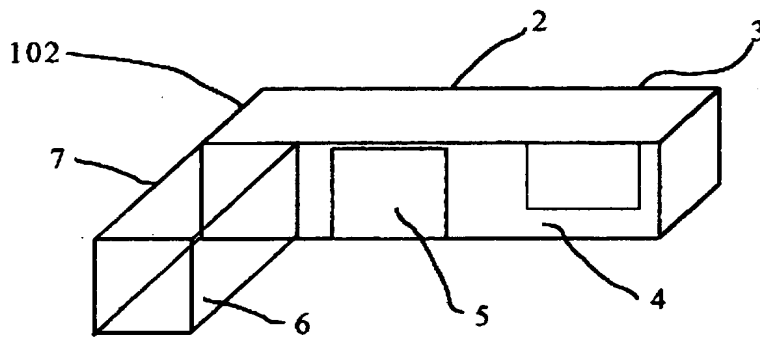
【図2】



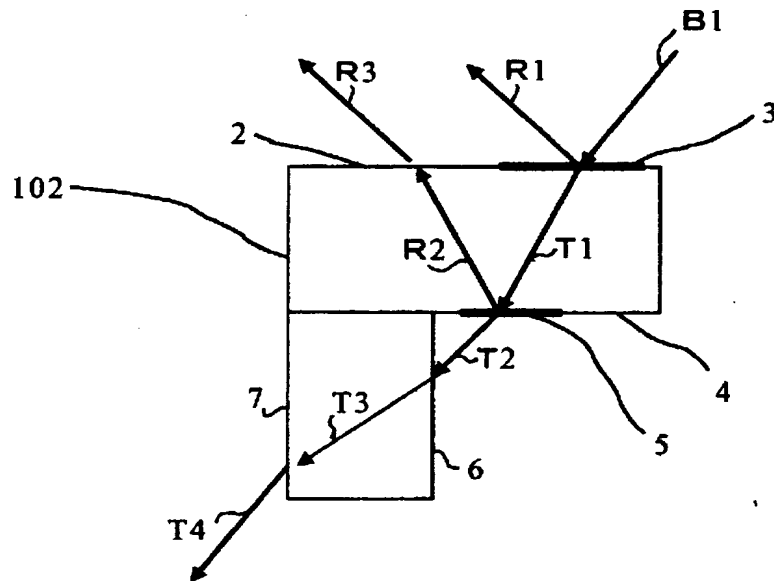
【図 3】



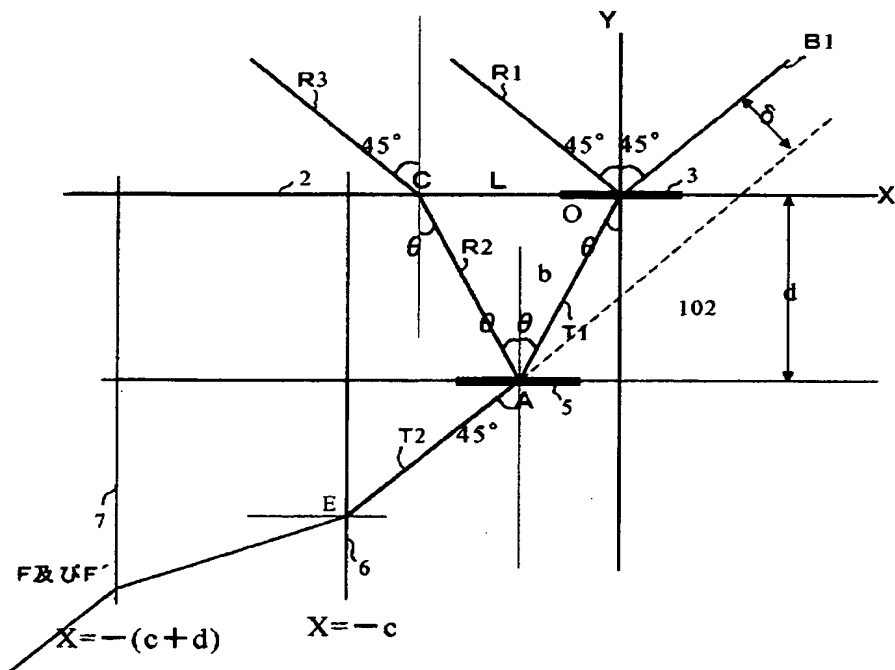
【図 4】



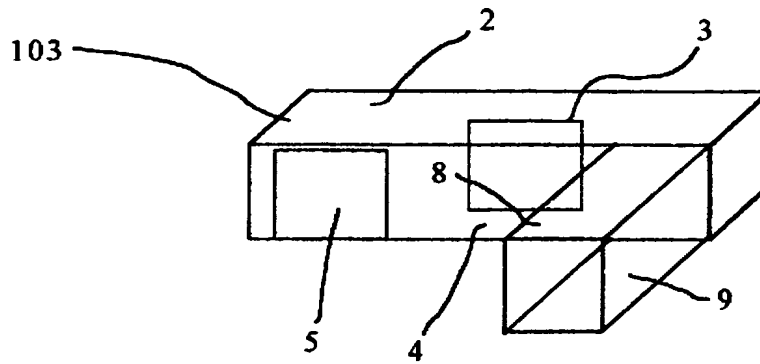
【図 5】



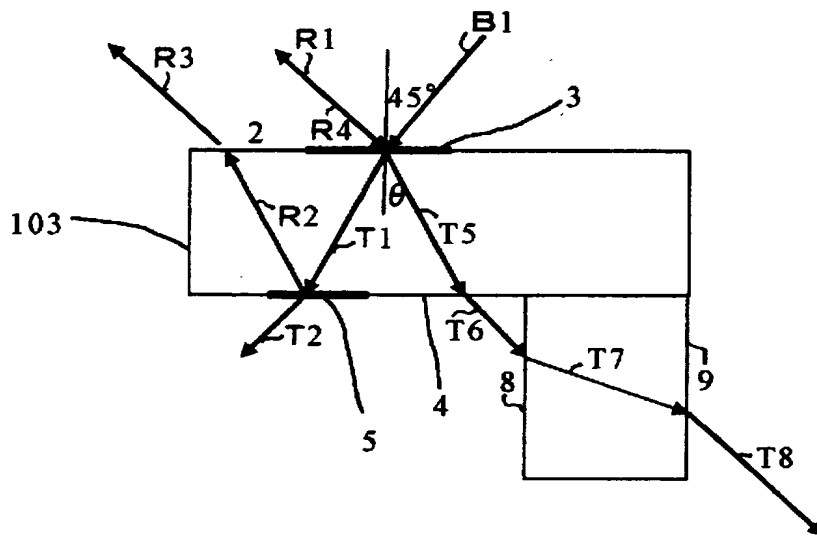
【図 6】



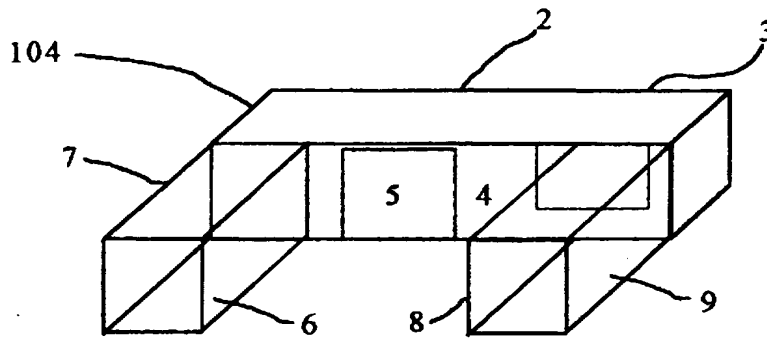
【図 7】



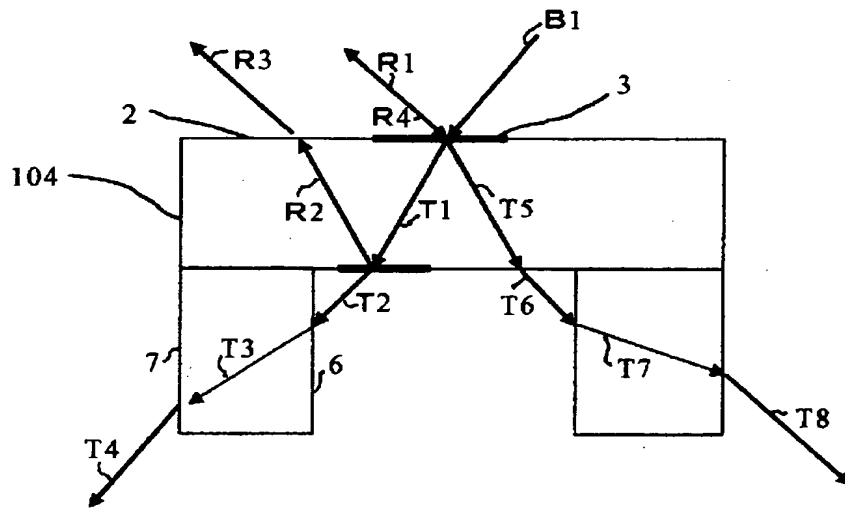
【図 8】



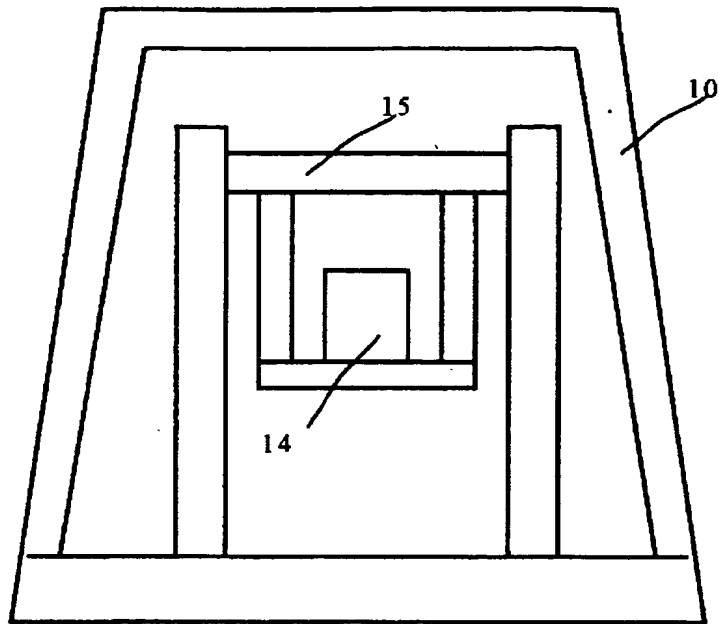
【図 9】



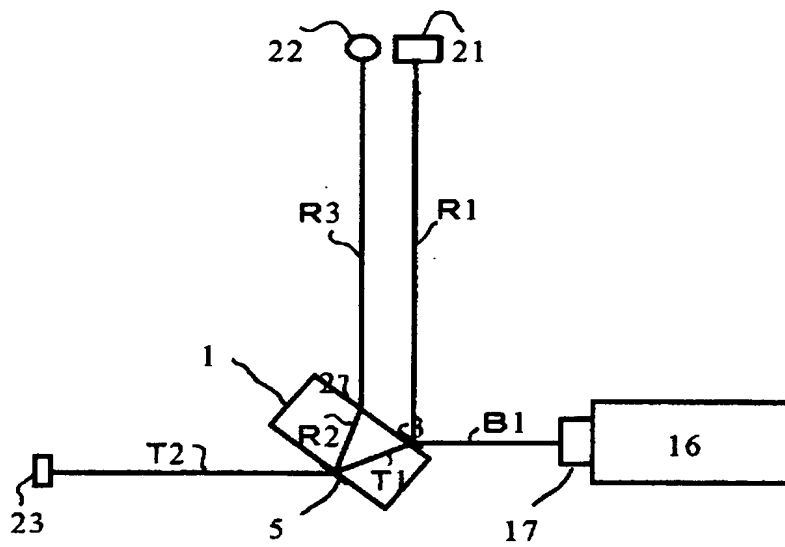
【図 10】



【図 1 1】



【図 12】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 1本のレーザ光から同一強度の複数のビームを形成することができる簡易な光学系ならびにそれを搭載した低価格の複数ライン光を照射できるレーザ墨出し装置を提供する。

【解決手段】 本発明のビームスプリッターは、直方体形状を有する光透過体と、その透過体の一面に形成され、入射光を透過光と反射光に分離するための第一光分離面と、この第一光分離面と対向する光透過体の面に形成された第二光分離面とを備えている。入射光は第一光分離面で一部が反射し、残りの光は透過光となりビームスプリッター内部を通過する。第二光分離面で一部の光は反射し、反射光となりビームスプリッター内部を通過した後、光学平面から出射する。また残りの光は第二光分離面を透過する。この結果、一本のビームを3本に分離することが可能となる。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 2 4 5 1 2 4
受付番号	5 0 2 0 1 2 6 0 1 3 5
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 4 年 8 月 2 7 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成14年 8月26日
-------	-------------

次頁無

特願 2002-245,124

出願人履歴情報

識別番号

[000005094]

1. 変更年月日

1995年 5月22日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都千代田区大手町二丁目6番2号

氏 名

日立工機株式会社

2. 変更年月日

1999年 8月25日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区港南二丁目15番1号

氏 名

日立工機株式会社